

山間部河川の流水保全と自然揚水技術の開発

有明高専 創造工学科

篠崎 烈

Akira SHINOZAKI

有明高専 技術部

真島吉将

Yoshimasa MASHIMA

近鉄エンジニアリング(株)

小柳善孝

Yoshitaka KOYANAGI

Development of Automatic Pumping Technology and Running Water Maintenance for River in the Mountains

National Institute of Technology, Ariake College and Kintetsu Engineering Co., LTD.

Key Words: pumping technology, water maintenance, river in the mountains, water falling energy

1. はじめに

本研究は、近鉄エンジニアリングと有明高専が共同で取り組むものである。実際の設計業務に関する問題解決の取り組みであり、参加する学生にとっては、より実践的な教育の場となる。このような点も踏まえて、本研究の目的を以下の通りとして実施した。

【共同研究としての目的】

流水保全、自然揚水の技術を共同で開発すること

【教育としての目的】

実際の業務における問題解決を体験し、将来の糧とすること

■新規性…河川の流水を対象とし、電源を供給することができない状況で自然エネルギーを使用した手段を開発すること。

■準備状況…現地状況を写真・映像で把握し、現状でのアイデアを共有している。揚水技術に関しては、既存のポンプを購入してメカニズムを確認した。

上記のような背景により、本取り組みを実施した内容を報告する。しかしながら、研究内容や結果は報告できる限りのものとし、対象となる現場や実験データは、文言にて報告する点をご了承いただきたい。

2. 研究の概要と目的

本研究は、山間部にある河川や貯水槽が抱える問題点をテーマとしており、自然に流れる河川水が研究対象である。図1に、流水保全を必要とする河川の平面構成概要図を、図2に、自然揚水を必要とする貯水槽の構成概要図を示す。なお、対象となる河川は山奥にあり、電気的動力を供給できない状況である。

2.1 山間部河川の流水保全について

図1に示す河川は、河川幅5[m]程度、水深0.2[m]程度の山間部に流れる川であり、両脇は土面の土手である。また、山間部にあることもあり、近隣の樹木から落ちた落葉、小枝などが流れている。この河川水は下流域で産業用に活用されるため、できる限り、これらの不純物を含まないことが望まれる。現状では、本事業で除去ネットが設置されており、流水中に含まれる落葉等の不純物は除去されている。しかしながら、人の立ち入り困難な状況では、除去ネットで除去された不純物は堆積してしまい、一定期間しか効果を得ることができないのが問題である。

このようなことから、本研究では、上述した河川の除去ネットにもたらされる不純物を減少させることを目的として、モデルの作成を行い、その効果についての実験検討を行った。

2.2 貯水槽における自然揚水について

山間部に位置する対象地では地元の湧水がパイプで供給され

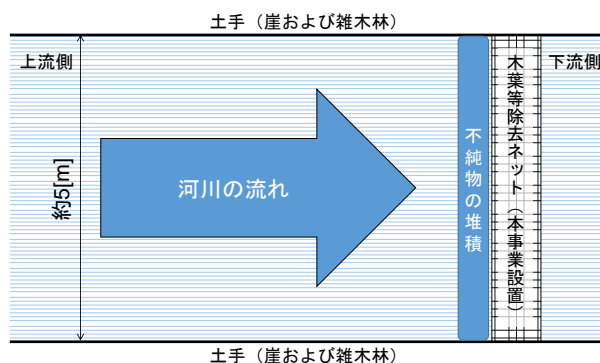


図1 本研究対象となる河川の平面構成概要

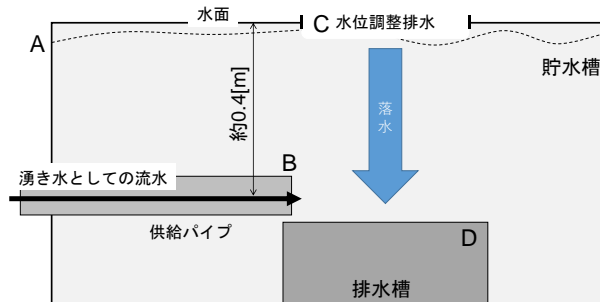


図2 自然揚水を必要とする貯水槽の構成概要

ており、図2に示すように貯水槽に貯水されている。この湧水は、地元民の生活用水として利用されるだけでなく、前述した河川水と合わせて産業用にも利用されている。しかしながら、配管の交換や設置の変更により、供給パイプの高さが貯水槽水面よりも0.4[m]程度低くなり貯水槽内への流水供給が難しくなった。また一方で、貯水槽から溢れ出た水はパイプと同程度の高さで排水層に落水している。この落水は、動力源として使用できる価値のある唯一のエネルギーであると言える。

このことから、貴重な資源となる湧水を貯水槽に供給することを目的としてモデル製作を行い、揚水メカニズムおよびシステムの検討を行った。

3. 流水保全を目的としたモデル実験

前述した図1に示す河川の不純物を除去する流水保全を実現するために、実際の河川をモデル化して検討した。製作した河川の実験モデルは、図3に示される。実験モデルの外観は、例えば、図3(d)に示されるように、縮尺1/5で製作され、川幅約5[m]を約1[m]、流れ方向長さを約1.8[m]、水深を約50[mm]としている。図3(d)左側に仕切り板を設置してポンプで貯水し、それを外すことで流水を作り出している。不純物は、枯れ枝や

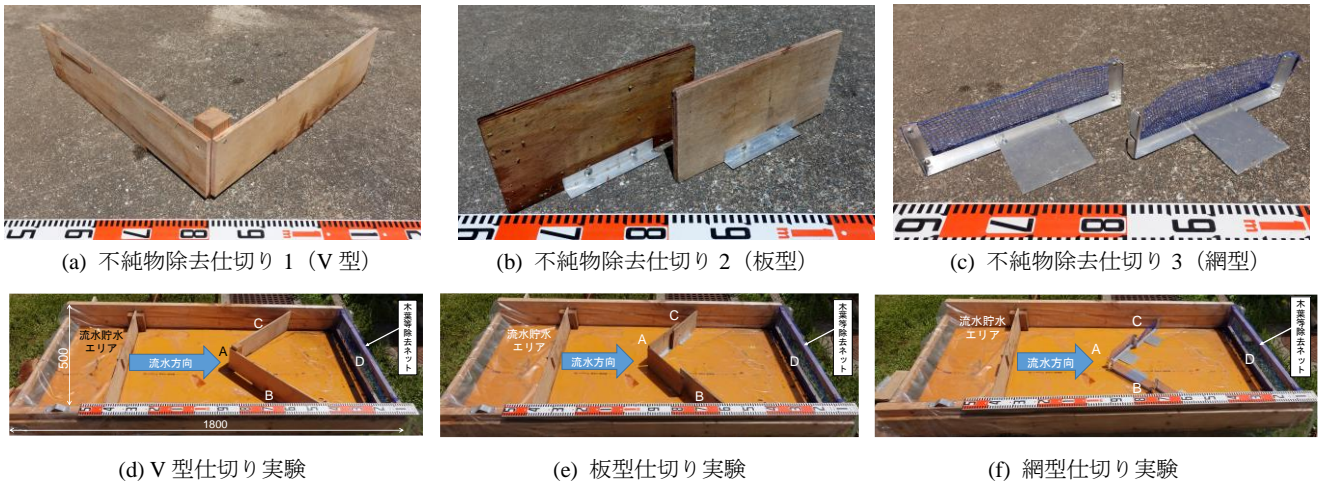


図3 河川の不純物除去システム実験の外観

枯葉等を約 1/5 の大きさに裁断したものを作成して流した。正確な流速を算出することはできないが、モデルの下板を傾斜させることで、比較的緩めの流れを表現している。

図3に、不純物を除去する機構として製作した堤防型仕切りおよび設置外観を示す。図3(a)は、基本的に流れを遮ることなく、河川両端の土手に不純物を貯めることができるような船舶の先端形状をイメージしたものとした。高さ150[mm]、先端角度90°で、下部に水抜け穴がある。図3(d)に示すように河川モデルに設置して不純物を流した実験を行ったところ、不純物は両端B、C部に堆積させることができたが、流水が溜まって増水する傾向となった。水の流れを作るために、図3(e)に示す多段式の堤防を製作して実験した。不純物はV型の場合と同様にB、C部に堆積させることができ、さらに流水は溜まり量を減らして流すことができた。さらなる、流水の増加を考慮して、堤防部を網素材とした図3(c)を製作して実験した。従来と比較して、両端に堆積する不純物量は減少したが、流水量を多くすることができた。水中で網部に付着する枯葉が多かったことから、図3(b)と(c)の素材を併用した2段式が有効である可能性を見出すことができた。

4. 自然揚水技術の開発を目的としたモデル実験

前述した図2に示す貯水槽の自然揚水モデルを検討した。揚水のために必要なポンプを調査し、図4に示す両吐出ポンプを選定した。これは、B部分から給水し、Aの可動部を上下させることで、どちらの動きに対しても配水することができる効率的なものである。このポンプを用いて、貯水槽の落水を利用した水車による自然揚水機構の3次元CAD図面を図5に示す。落水により水車が回転して、クランク機構が作動し、Cの両吐出ポンプを動かして高さ0.4[m]に揚水するものである。本研究では、図6に示すように水車を製作して、落水による稼働を確認している。また、図4に示す両吐出ポンプでは、Aを上下させることで、1[m]以上の高さで水の汲み上げが可能であることを確認した。したがって、クランク機構と水車、両吐出ポンプを組み合わせることで、高低差0.4[m]の自然揚水が可能になると考えられる。

5. まとめ

本研究では、河川が抱える不純物除去、自然揚水の問題を解決するためにモデル製作、実験を行った。いずれも良い結果が得られたことから、今後も継続して取り組む計画である。

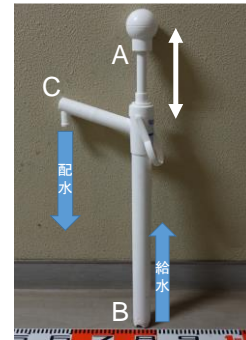


図4 揚水用両吐出ポンプ

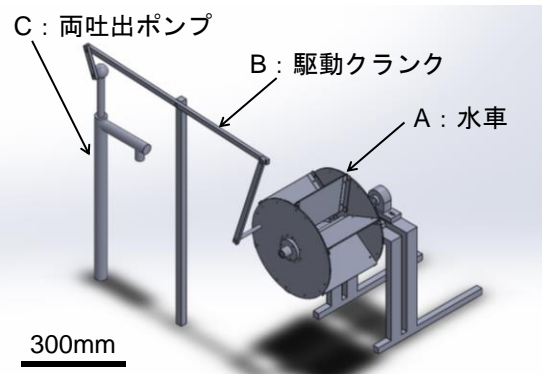


図5 落水を用いた自然揚水機構の3次元図面

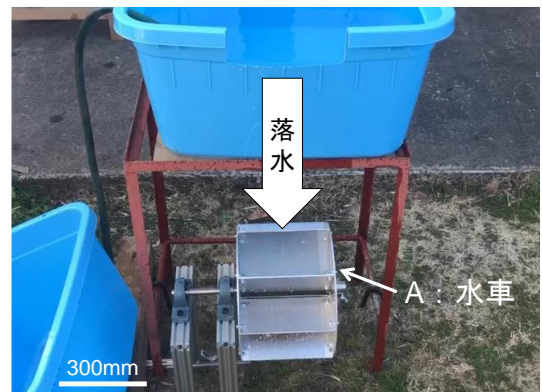


図6 落水による水車可動実験

謝辞 本研究は、有明広域産業技術振興会令和2年度地場産業振興支援研究よりご支援頂きました。心からお礼申し上げます。